論文 9-1-4

$MoSi_2$의 超音波에 關한 基礎的 硏究

A Study on Ultrasonic for $MoSi_2$

김 유 철* · 남궁재관**
You-Chul Kim · Chai-Kwan Namkoong

ABSTRACT

Ultrasonic for $MoSi_2$/Y. C. Kim, C. K. Namkoong/$MoSi_2$ in the silicides has excellence in the oxidation and corrosion resistence. When the solid state bonding sintered-$MoSi_2$/metal or the thermal sprayed coating by powder-$MoSi_2$ on the metal are carried out, the defects may be occured at the bonded surface. So, the method for evaluating the existence of the defects by non-destructive inspection is strongly desired. Here, the characteristics of ultrasonic for sintered-$MoSi_2$ are elucidated and the possibility of the detection of defects using by ultrasonic is investigated.

1. 서 론

宇宙航空機의 高温構造材, 超高温材, 高温遮蔽材로써 硅酸化材料가 關心을 모으고 있으며, 그중에서도, Si를 多量으로 含有한 耐酸化性, 耐腐蝕性이 優秀한 材料 $MoSi_2$가 注目되어지고 있다. 그런데, $MoSi_2$ 燒結材와 金屬의 固相擴散接合을 하거나 또는, 金屬의 $MoSi_2$ 粉末을 溶射하게 되면, 必然的으로 各種缺陷이 生成될 可能性이 있다. 그리고, 非破壞的 手法에 依한 缺陷有無의 判定 및 評價方法의 確立이 强하게 要望되고 있다. 따라서, 本 硏究에서는, $MoSi_2$ 燒結材의 超音波特性을 밝혀 내어 超音波를 利用한 缺陷檢出의 可能性을 찾아 보았다.

2. 실험방법

$MoSi_2$ 燒結材의 超音波特性을 調査하기 爲해 Fig. 1에 表示한 棒狀의 $MoSi_2$ 燒結材를, 길이 10mm, 20mm의 圓柱로 加工한 試料로써 使用했다.

Fig. 2에 表示한 機器를 利用했고, 水浸法에 依해 音速과 減衰를 求하는 實驗을 行하였다. 또한,

* 오오사카대학 용접공학연구소
** 서울산업대학교 기계설계학과

超音波의 入射는 試料表面에 對해서 垂直으로 入射하는 方法을 利用했다.

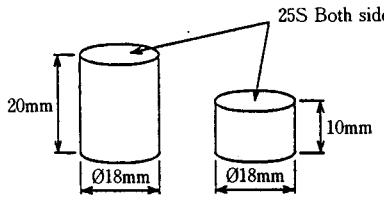

Fig. 1 Shape of the test sample

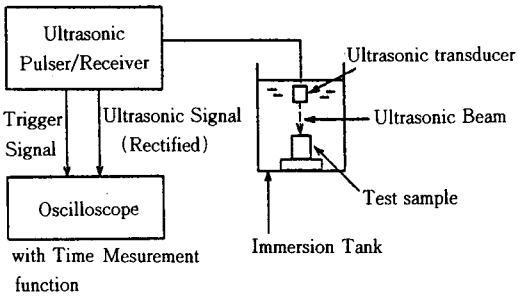

Fig. 2 Block diagram of the test equipment

$MoSi_2$ 燒結材의 音速 v와 減衰 α는 超音波의 試料底面, 그리고, 表面에서의 多重 反射波를 計測해서 그中에 安定되어진 多重反射波가 얻게 되는 範圍에 있어서 試料中의 傳播距離와 時間, 波高, 反射에너지의 變化 및 그 試料길이 等으로 부터, 다음 式에 依해 求한다.

$v = L_s/T$: 音速(m/s)

$\alpha = 20\ [\log_{10}(B_e/B_i)\ ]/L_B$: 減衰(dB/mm)

여기서,

L_s : 試料中의 傳播距離(m)

T : 傳播時間(s)

B_i : 第一番째의 底面反射波의 波高値(volt)

B_e : 安定되어 얻어진 底面反射波의 最後의 波高値(volt)

L_B : B_1부터 B_e까지의 傳播距離(mm)

또한, 超音波의 多重反射波의 例를 Fig. 3에 表示했다.

한편, 波高値는 超音波 信號를 全波整流하여 얻게 되어진 波形을 오실로스코우프의 CRT上에서 觀測해서 얻어진 電壓値로써 求하였다.

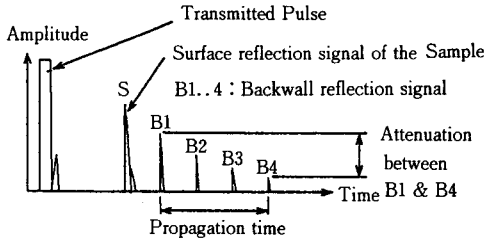

Fig. 3 Typical waveform of the ultrasonic signal

3. 실험결과 및 고찰

$MoSi_2$의 燒結材의 音速測定結果를 Table 1에 表示했다. 測定結果에 依하면 超音波의 音速은 材料에 따라 다르겠지만, 鋼의 從波音速은 5900 (m/s)이며, $MoSi_2$ 燒結材는 그것보다도 1.3~1.4 倍 程度 빠른 것으로 되어 있다. 또한, 同一材料라 할지라도 一般的으로 試料의 길이가 다르면, 音速이 달라지는 傾向이 있다. 그런데, 여기서 使用했던 試料의 길이에 對한 精度는 0.05(mm)이며, 超音波傳播時間을 測定할 器機의 測定精度는 20ns 이었다. 그렇기 때문에 音速의 測定誤差는 높게 50 (m/s)로 設定하였다.

한편, 超音波의 多重反射波測定結果로 부터 底面反射波의 波高値(volt)의 測定結果를 Table 2에 表示해 놓았다. 여기서, 減衰L를 求해 보면, Table 3과 같이 된다. 또한, 本 實驗은, 水浸法으로 行하기 爲하여, 水中에서 音波에너지와 같은 損失이 考慮되었지만, 減衰測定에 있어서의 誤差는 1%以下로 看做하였다. 通常, 音速은 材料가 決定되면, 試料의 길이에 相關하지 않고, 一定値로 잡아서 쓰여진다. 그렇지만, 試料길이 20(mm)의 結果가 10(mm)의 것보다도, 音速이 200(m/s) 빠르게 되어 있다(Table 1).

그것은, 이번에 使用했던 $MoSi_2$ 燒結材 特有의 現象일런지, 燒結材 一般的 特性일런지 더욱더 追加實驗이 必要하다고 보여진다. 또한, 同一 燒結材인데도 不拘하고, 音速이 달라졌기 때문에 溶射材等을 測定對象으로 할 境遇, 모두 超音波特性値를 測定할 必要가 있다고 보여진다. 한편, 音速値로 부터, 最小缺陷檢出可能치수와 超音波周波數의 關係가 얻어진다. 또한, 펄스反射法에 依해 非破壞檢査를 하였을 境遇, 減衰(係數)로부터 超音

波의 有效到達距離를 알 수 있다. 本 實驗에서 얻어진 結果의 例로써, $MoSi_2$ 燒結材에 內在하는 0.1(mm)의 缺陷檢出을 하려는 境遇, 40MHz의 周波數를 使用하지 않으면 안된다. 또한, 超音波의 到達距離를 200(mm)로 實驗한 境遇, 實驗裝置는 規模로 보아서, 적어도 36dB의 다이나믹렌지가 要求되어지고 있다. 但, 實驗中의 計算에서는, 材料中에서 信號對雜音化(S/N比)는 考慮하지 않았다.

Table 1 Propagation time & velocity

Distance	Time(us)	Velocity(m/s)
10.0mm×6	7.64	7853
20.0mm×4	9.92	8064

Table 2 Amplitude of backwall signals

Backwall Signal ID	Signal Amplitude(V)	
	10mm	20mm
B1	7.9	8.2
B2	6.9	4.9
B3	5.5	3.1
B4	4.3	2.4
B5	3.6	— —
B6	3.1	— —

Table 3 Attenuation

Specimen length (mm)	Attenuation (dB/mm)
10	0.16
20	0.18

4. 결 론

超音波를 利用한 $MoSi_2$ 燒結材의 特性에 關한 硏究의 結果는 다음과 같다.

1) $MoSi_2$ 燒結材의 音速은 鋼의 音速에 比하여, 1.3~1.4倍 程度빠름을 알았다.
2) $MoSi_2$ 燒結材의 減衰는 0.16~0.18이었다.
3) $MoSi_2$ 燒結材에 內在하는 0.1(mm)의 缺陷檢出을 하려고 할때에, 40MHz의 周波數를 使用할 必要가 있다. 또한, 超音速의 到達距離를 200(mm)로 하는 境遇, 試驗裝置는 36dB의 다이나믹렌지가 要求되어진다.

참 고 문 헌

1) 石井 勇五郎 非破壞檢査工學, 産報, 1973.
2) 山口, 馬越 金屬間化合物, 日刊工業新聞社, 1986.
3) 富士 岳 超音波による檢査技術の基礎, 非破壞檢査, Vol.37, No.12, pp.919~928, 1988.
4) 日本非破壞檢査協會編, 超音波探傷試驗 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, 1990.
5) 日刊工業新聞社編 超音波技術便覽, No.6, 1991.